Oggetto:

COPIA

COMUNE DI PRATO
Provincia di PRATO

realizzazione di edificio a destinazione residenziale e terziaria sito in Via delle Segherie nel Comune di Prato

REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DI EDIFICIO ALLO STATO DI PROGETTO

AI SENSI DEL DPCM 5 DICEMBRE 1997

RELAZIONE TECNICA

Data: 09/02/2009

STUDIO TECNICO ASSOCIATO

ING. ANDREA BALDACCHINI
ING. MICHELE LO RUSSO
ING. DAVID MALOSSI
ING. LORENZO TANI

A4 INGEGNERIA
STUDIO TECNICO ASSOCIATO

VIA ROMA 26 - 59100 - PRATO
TEL/FAX 0574442523
MAIL: info@a4ingegneria.it

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PRATO
DOTT. ING. BALDACCHINI ANDREA N° 156

Ing. ANDREA BALDACCHINI
Tecnico Competente in Acustica Ambientale n° 20
PROVINCIA DI PRATO

Collaboratore:

Progettista:
DOTT. ING. ANDREA BALDACCHINI

Committenza:

Franchi Fabio (FRN FBA 40T17 G999X)
Franchi Franca (FRN FNC 38T61 G999N)
Franchi Paolo (FRN PLA 62R21 G999X)
Franchi Piero Brunero (FRN PBR 42L08 G999R)

data	collaboratore	oggetto della modifica

Questo disegno e' protetto dalle vigenti leggi di autore e pertanto non puo' essere riprodotto,in tutto od in parte, ne' essere ceduto a terzi senza la nostra autorizzazione scritta.

Progetto: PO-182

Indice

Indice **1**
PREMESSA **2**
Ufficio Amministrativo **3**
- Ufficio Amministrativo 4
  Isolamento acustico di facciata: Isolamento acustico di facciata 4

Appartamento Piano Primo **6**
- Camera B 7
  Isolamento acustico per via aerea: Isolamento acustico per via aerea 7
  Isolamento acustico al calpestio: Isiolamento acustico da calpestio 9
  Isolamento acustico di facciata: Isolamento acustico di facciata 11
- Soggiorno Prazo 13
  Isolamento acustico di facciata: Isolamento acustico di facciata 13
- Cucinotto 15
  Isolamento acustico di facciata: Isolamento acustico di facciata 15

Impianti **17**
Appendice A **18**
Simboli 18
Appendice B **19**
Tipi di forma della facciata 19
Appendice C **20**
Pareti 20
Solai 21
Serramenti 21
Pavimenti 22
Normativa **23**

PREMESSA

Scopo della presente relazione, redatta ai sensi della *Legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico"* e del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 5 dicembre 1997 *"Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"*, è la valutazione preventiva delle prestazione acustiche passive degli edifici per un intervento di realizzazione di edificio a destinazione residenziale e terziaria sito in Via delle Segherie nel Comune di Prato.
Si è proceduto alla determinazione preventiva degli indici di valutazione di cui il citato D.P.C.M. 5.12.1997 definisce i limiti, riportati nella tabella seguente:

Valori limite dei parametri

	Parametri				
	R'_w (*) ≥	$D_{2m,nT,w}$ ≥	$L'_{n,w}$ ≤	L_{ASmax} ≤	L_{Aeq} ≤
Ospedali, Cliniche (cat. D)	55	45	58	35	25
Abitazioni, Alberghi (cat. A, C)	50	40	63	35	35
Scuole (cat. E)	50	48	58	35	25
Uffici, palestre, negozi (cat. B, F, G)	50	42	55	35	35

(*) Valori di R_w riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari

Tutti i calcoli sono stati eseguiti in accordo alla normativa tecnica vigente.

UNI EN 12354-1 (novembre 2002)
Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti
Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti

UNI EN 12354-2 (novembre 2002)
Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti
Isolamento acustico al calpestio tra ambienti

UNI EN 12354-3 (novembre 2002)
Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti
Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea

UNI/TR 11175 (novembre 2005)
Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici
Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale

UNI EN ISO 717–1 (dicembre 1997)
Isolamento acustico per via aerea

UNI EN ISO 717–2 (dicembre 1997)
Isolamento del rumore di calpestio

UNI 11173 (agosto 2005)
Finestre, porte e facciate continue - Criteri di scelta in base alla permeabilità all'aria, tenuta all'acqua, resistenza al vento, trasmittanza termica ed isolamento acustico.

Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n° 3150 (maggio 1967)
Limiti per il tempo di riverberazione con riferimento all'edilizia scolastica

Ufficio Amministrativo

Ufficio Amministrativo piano terra

Valori dei parametri indicati nel DPCM del 5 Dicembre 1997		
Cat. B - Uffici e assimilabili		
$R'_w \geq$	50	Indice del potere fonoisolante apparente
$D_{2m,nT,w} \geq$	42	Indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata
$L'_{n,w} \leq$	55	Indice di valutazione del livello apparente normalizzato di rumore da calpestio
$L_{Asmax} \leq$	35	Livello massimo di pressione sonora
$L_{Aeq} \leq$	35	Livello continuo equivalente di pressione sonora

Nelle pagine seguenti sono riportati gli ambienti della zona con i relativi calcoli.

Ufficio Amministrativo

Ufficio tipo open-space

Isolamento acustico di facciata: Isolamento acustico di facciata

Facciata lato SE

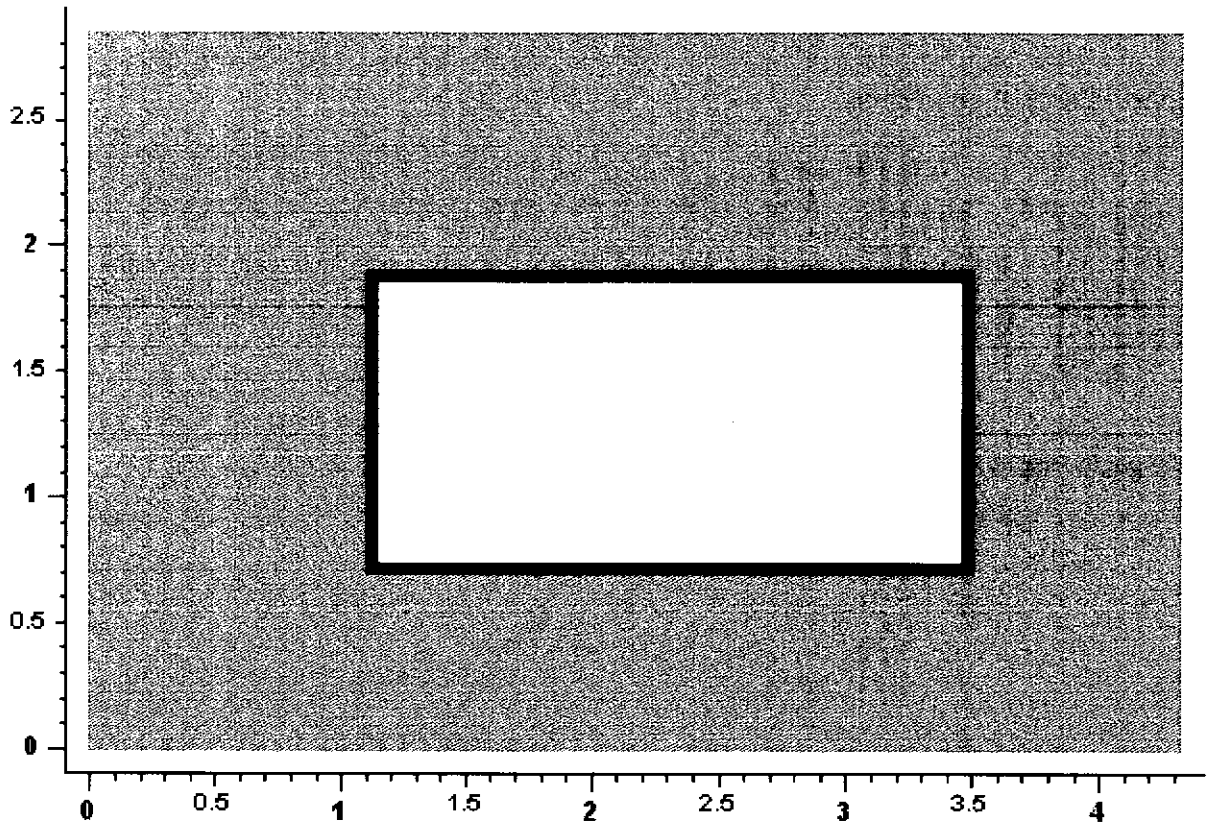
Ambiente **Ufficio Amministrativo - Ufficio tipo open-space**

Risultati

Indici di valutazione ottenuti:
R'_w = **42.7 dB**
$D_{2m,nT,w}$ = **43.4 dB**

Valori imposti dal DPCM del 5 Dicembre 1997:
Cat. B - Uffici e assimilabili $D_{2m,n,T,w} \geq 42$ dBIl DPCM risulta verificato

Schema grafico



Ambiente	**Ufficio Amministrativo - Ufficio tipo open-space**
Dimensioni (La x Lu x Al)	**4.44 x 4.32 x 2.85 m**
Superficie della facciata	**12.31 m²**

Prestazioni acustiche

Parete di base **PA.LA.475**

Serramento **SR.010** Dimensioni (La x Al) **2.40 x 1.20 m**

Trasmissione di fiancheggiamento **2 dB: Elementi di facciata pesanti con giunti rigidi**

Forma della facciata	**Ballatoio 1** (Vedi Appendice B)
Assorbimento (α_w)	**Minore o uguale a 0.3 (Intonaco normale)**
Orizzonte visivo (h)	**Minore di 1.5 metri**

Appartamento Piano Primo

Appartamento Piano Primo

Valori dei parametri indicati nel DPCM del 5 Dicembre 1997		
Cat. A - Residenze e assimilabili		
$R'_w \geq$	50	Indice del potere fonoisolante apparente
$D_{2m,nT,w} \geq$	40	Indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata
$L'_{n,w} \leq$	63	Indice di valutazione del livello apparente normalizzato di rumore da calpestio
$L_{Asmax} \leq$	35	Livello massimo di pressione sonora
$L_{Aeq} \leq$	35	Livello continuo equivalente di pressione sonora

Nelle pagine seguenti sono riportati gli ambienti della zona con i relativi calcoli.

Camera B

Camera singola appartamento piano primo

Isolamento acustico per via aerea: Isolamento acustico per via aerea

Isolamento acustico fra ambienti sovrapposti

Ambiente Ricevente **Camera B - Camera singola appartamento piano primo**
Ambiente Emittente **Camera A appartamento piano secondo**

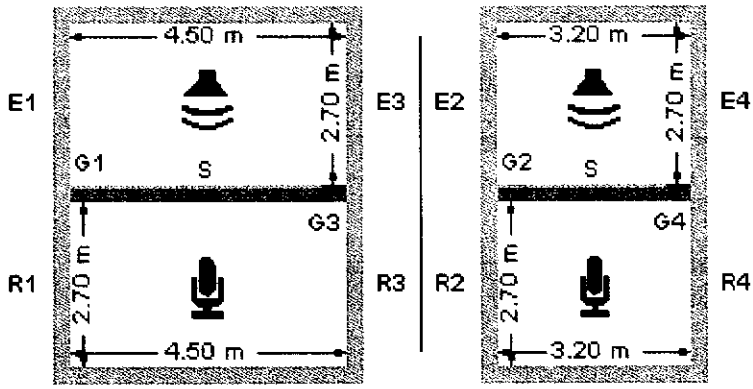
Risultati

Indici di valutazione ottenuti:
R'_w = **55.0 dB**
$D_{nT,w}$ = **54.6 dB**

Valori imposti dal DPCM del 5 Dicembre 1997:
Cat. A - Residenze e assimilabili $R'_w \geq 50$ dB **Il DPCM risulta verificato**

Schema grafico

Vista in SEZIONE (larghezza) Vista in SEZIONE (lunghezza)



Ambiente Ricevente **Camera B - Camera singola appartamento piano primo**
Dimensioni (La x Lu x Al) **4.50 x 3.20 x 2.70 m**

Ambiente Emittente **Camera A appartamento piano secondo**
Dimensioni (La x Lu x Al) **4.50 x 3.20 x 2.70 m**

Scostamento in larghezza **0.00 m** Scostamento in lunghezza **0.00 m**

Prestazioni acustiche

Solaio S	SO.LC.008	Controsoffitto ricevente	---
		Pavimento emittente	PV.005
Parete R1	PA.LA.475	Controparete R1	---
Parete R2	PA.LA.155	Controparete R2	---
Parete R3	PA.LA.155	Controparete R3	---
Parete R4	PA.LA.475	Controparete R4	---
Parete E1	PA.LA.475	Controparete E1	---
Parete E2	PA.LA.155	Controparete E2	---
Parete E3	PA.LA.155	Controparete E3	---
Parete E4	PA.LA.475	Controparete E4	---

	Giunti
G1	A T tra strutture omogenee e pareti doppie leggere, trasmissione su pareti doppie leggere
G2	A croce tra strutture omogenee e pareti doppie leggere, trasmissione su pareti doppie leggere
G3	A croce tra strutture omogenee e pareti doppie leggere, trasmissione su pareti doppie leggere
G4	A croce tra strutture omogenee e pareti doppie leggere, trasmissione su pareti doppie leggere

Isolamento acustico al calpestio: Isiolamento acustico da calpestio

Isolamento acustico da calpestio tra appartamento piano secondo e primo

Ambiente Ricevente **Camera B - Camera singola appartamento piano primo**
Ambiente Emittente **Camera A appartamento piano secondo**

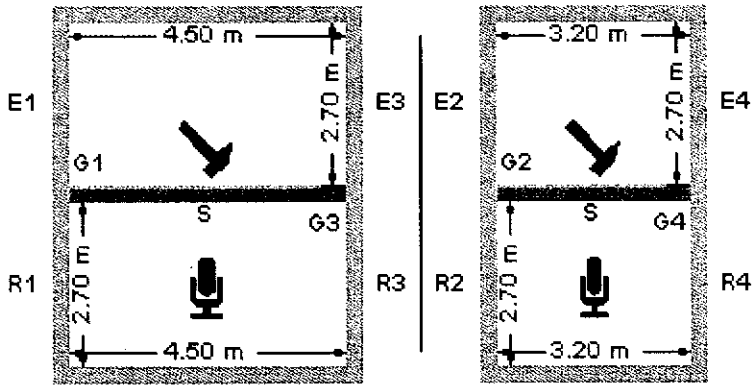
Risultati

Indici di valutazione ottenuti:
L'_{nw} = **49.4 dB**
$L'_{nT,w}$ = **48.3 dB**

Valori imposti dal DPCM del 5 Dicembre 1997:
Cat. A - Residenze e assimilabili $L'_{n,w} \leq 63$ dB **Il DPCM risulta verificato**

Schema grafico

Vista in SEZIONE (larghezza) Vista in SEZIONE (lunghezza)



Ambiente Ricevente **Camera B - Camera singola appartamento piano primo**
Dimensioni (La x Lu x Al) **4.50 x 3.20 x 2.70 m**

Ambiente Emittente **Camera A appartamento piano secondo**
Dimensioni (La x Lu x Al) **4.50 x 3.20 x 2.70 m**

Scostamento in larghezza **0.00 m** Scostamento in lunghezza **0.00 m**

Prestazioni acustiche

Solaio S	SO.LC.008	Controsoffitto ricevente	---
		Pavimento emittente	PV.005
Parete R1	PA.LA.475	Controparete R1	---
Parete R2	PA.LA.155	Controparete R2	---
Parete R3	PA.LA.155	Controparete R3	---
Parete R4	PA.LA.475	Controparete R4	---

	Giunti
G1	A T tra strutture omogenee e pareti doppie leggere, trasmissione su pareti doppie leggere
G2	A croce tra strutture omogenee e pareti doppie leggere, trasmissione su pareti doppie leggere
G3	A croce tra strutture omogenee e pareti doppie leggere, trasmissione su pareti doppie leggere
G4	A croce tra strutture omogenee e pareti doppie leggere, trasmissione su pareti doppie leggere

Isolamento acustico di facciata: Isolamento acustico di facciata

Facciata lato NO

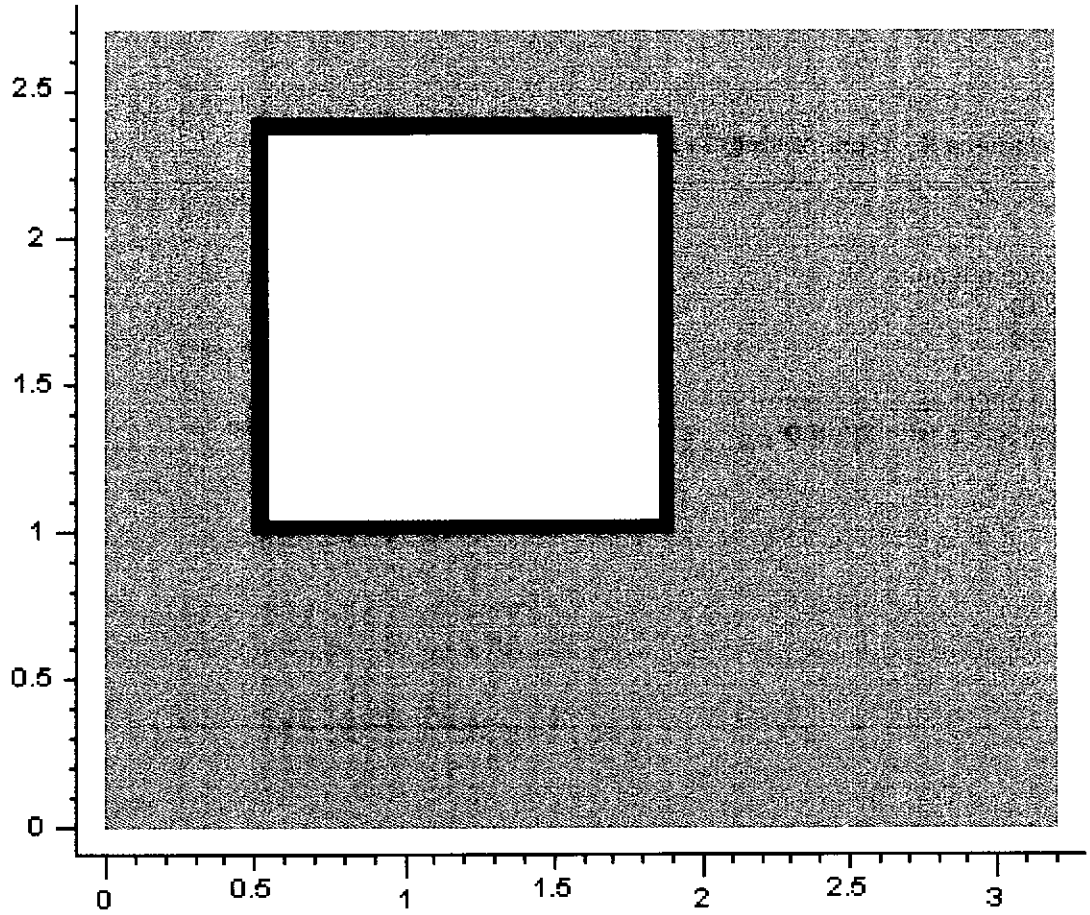
Ambiente **Camera B - Camera singola appartamento piano primo**

Risultati

Indici di valutazione ottenuti:
R'_w = **41.3 dB**
$D_{2m,nT,w}$ = **43.1 dB**

Valori imposti dal DPCM del 5 Dicembre 1997:
Cat. A - Residenze e assimilabili $D_{2m,n,T,w} \geq 40$ dB Il DPCM risulta verificato

Schema grafico



Ambiente	**Camera B - Camera singola appartamento piano primo**
Dimensioni (La x Lu x Al)	**4.50 x 3.20 x 2.70 m**
Superficie della facciata	**8.64 m²**

Prestazioni acustiche

Parete di base	**PA.LA.475**	
Serramento	**SR.008**	Dimensioni (La x Al) **1.40 x 1.40 m**

Trasmissione di fiancheggiamento **2 dB: Elementi di facciata pesanti con giunti rigidi**

Forma della facciata	**Facciata piana** (Vedi Appendice B)
Assorbimento (α_w)	**n.a.**
Orizzonte visivo (h)	**n.a.**

Soggiorno Prazo

Soggiorno Prazo appartamento piano primo

Isolamento acustico di facciata: Isolamento acustico di facciata

Facciata lato SE

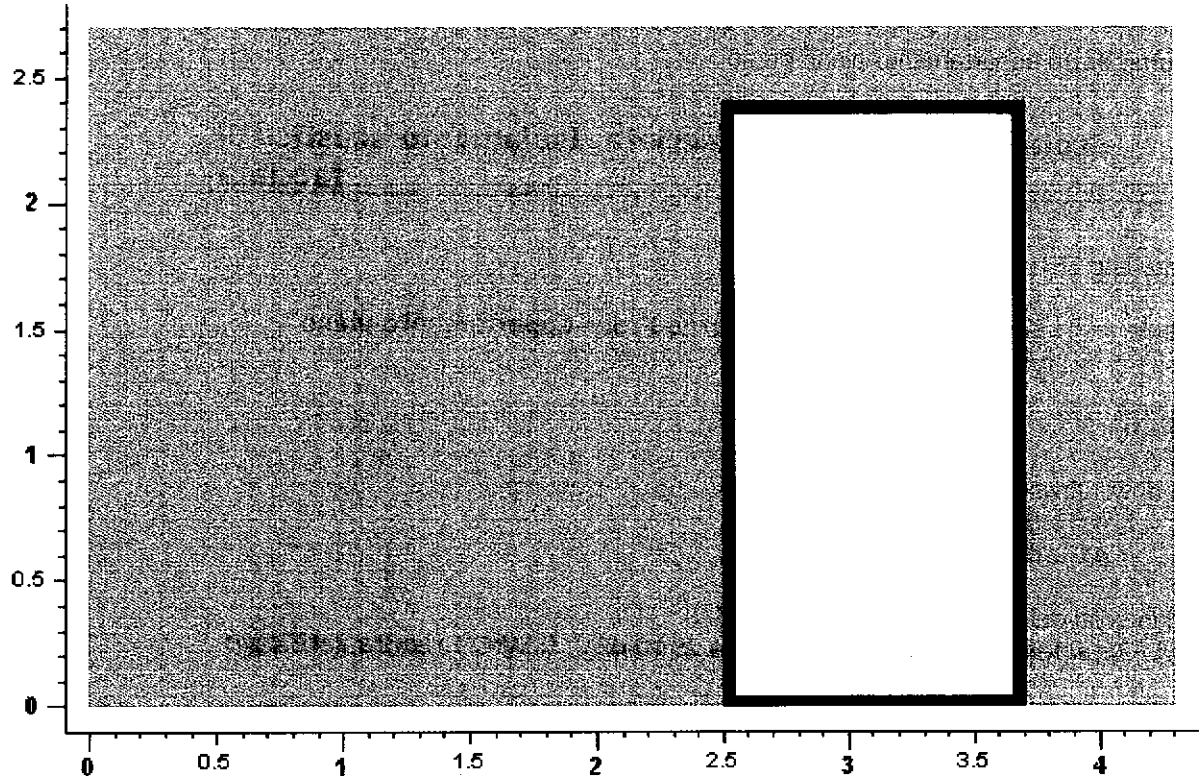
Ambiente **Soggiorno Prazo - Soggiorno Prazo appartamento piano primo**

Risultati

Indici di valutazione ottenuti:
R'_w = **41.2 dB**
$D_{2m,nT,w}$ = **41.0 dB**

Valori imposti dal DPCM del 5 Dicembre 1997:
Cat. A - Residenze e assimilabili $D_{2m,n,T,w} \geq 40$ dB Il DPCM risulta verificato

Schema grafico



Ambiente	**Soggiorno Prazo - Soggiorno Prazo appartamento piano primo**
Dimensioni (La x Lu x Al)	**3.00 x 4.30 x 2.70 m**
Superficie della facciata	**12.15 m²**

Prestazioni acustiche

Parete di base **PA.LA.475**

Serramento **SR.008** Dimensioni (La x Al) **1.20 x 2.40 m**

Trasmissione di fiancheggiamento **2 dB: Elementi di facciata pesanti con giunti rigidi**

Forma della facciata	**Balcone 2** (Vedi Appendice B)
Assorbimento (α_w)	**Minore o uguale a 0.3 (Intonaco normale)**
Orizzonte visivo (h)	**Minore di 1.5 metri**

Cucinotto

Cucinotto

Isolamento acustico di facciata: Isolamento acustico di facciata

Facciata lato SE

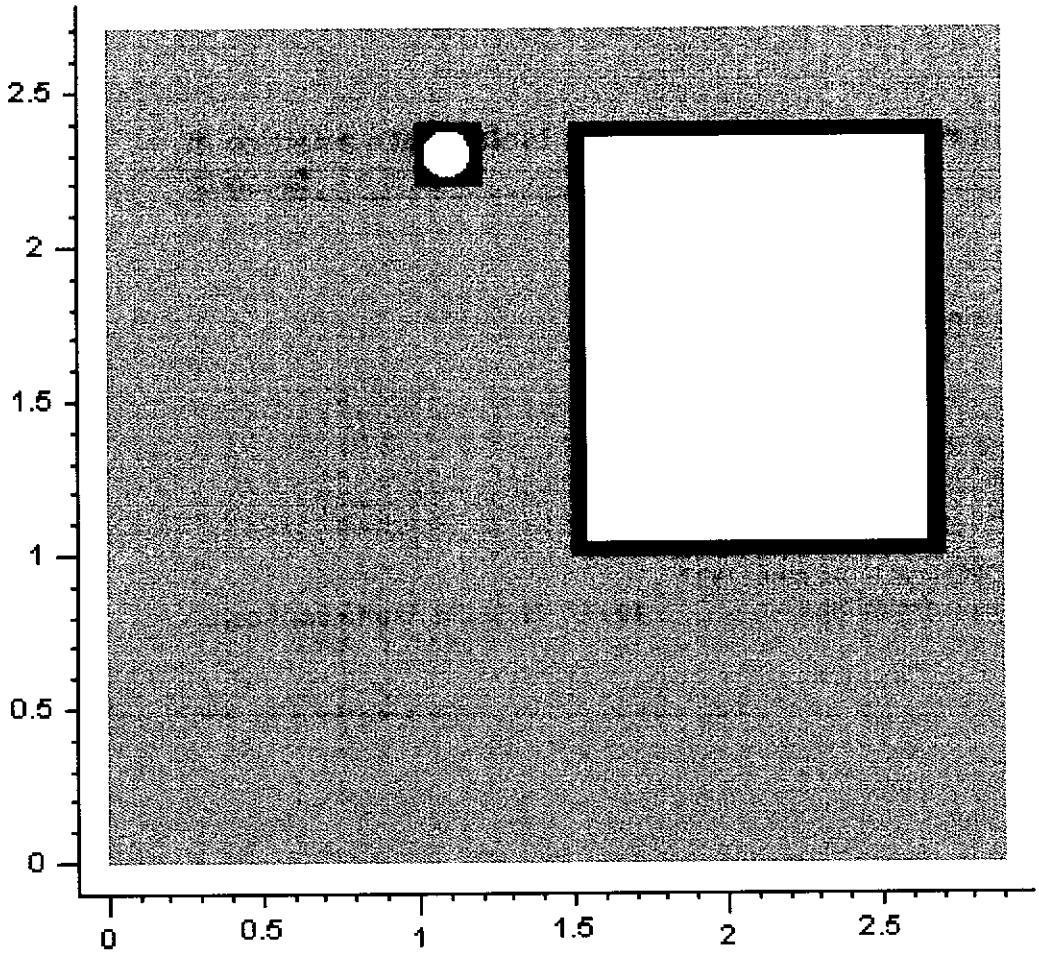
Ambiente **Cucinotto - Cucinotto**

Risultati

Indici di valutazione ottenuti:
R'_w = **37.8 dB**
$D_{2m,nT,w}$ = **40.5 dB**

Valori imposti dal DPCM del 5 Dicembre 1997:
Cat. A - Residenze e assimilabili $D_{2m,n,T,w} \geq 40$ dB Il DPCM risulta verificato

Schema grafico



Ambiente	**Cucinotto - Cucinotto**
Dimensioni (La x Lu x Al)	**2.30 x 2.90 x 2.70 m**
Superficie della facciata	**4.05 m²**

Prestazioni acustiche

Parete di base	**PA.LA.475**	
Serramento	**SR.008**	Dimensioni (La x Al) **1.20 x 1.40 m**
Piccolo Elemento	**PE.026**	

Trassmisione di fiancheggiamento **2 dB: Elementi di facciata pesanti con giunti rigidi**

Forma della facciata	**Balcone 3** (Vedi Appendice B)
Assorbimento (α_w)	**Minore o uguale a 0.3 (Intonaco normale)**
Orizzonte visivo (h)	**Minore di 1.5 metri**

Impianti

Tubazioni

Interventi:

- Il tubo è sconnesso dall'elemento solido (parete o solaio) attraverso la sistemazione di materiale smorzante e fissato al muro con "collari" muniti di elemento insonorizzante.
- A monte dell'impianto è installato un riduttore di pressione.
- I rubinetti sono dotati di elementi "rompi-getto".
- All'interno dei tubi è utilizzata una valvola che estingue lentamente il flusso d'acqua.
- Presso le valvole di condotta è installata una camera d'aria ad assorbimento d'urto.
- Le tubazioni sono inserite in appositi cavedi con adeguato potere fonoisolante.

Scarichi

Interventi:

- Non sono utilizzate connessioni rigide con le strutture.
- La sezione del collettore è aumentata per ridurre la velocità di deflusso delle acque.
- Sono evitate le pendenze elevate del tubo di collegamento fra sifone e colonna di scarico, per ridurre i tipici "gorgoglii".

Impianti di riscaldamento

Interventi:

- Le tubazioni sono dotate di giunti elastici e ancoraggi flessibili.
- Gli elementi termo-radianti hanno un collegamento elastico con la tubatura.
- Gli elementi termo-radianti hanno un supporto elastico per l'ancoraggio alla parete o al solaio.
- La centrale termica è collocata in un locale di servizio.
- La centrale termica è delimitata da strutture ad elevato potere fonoisolante.
- La centrale termica è montata su supporti antivibranti.
- La canna fumaria è collegata alla caldaia con un elemento elastico.

Impianti elettrici

Interventi:

- Le cassette elettriche e i quadri elettrici non sono posizionati sui due lati di una stessa parete in corrispondenza l'uno dell'altro.

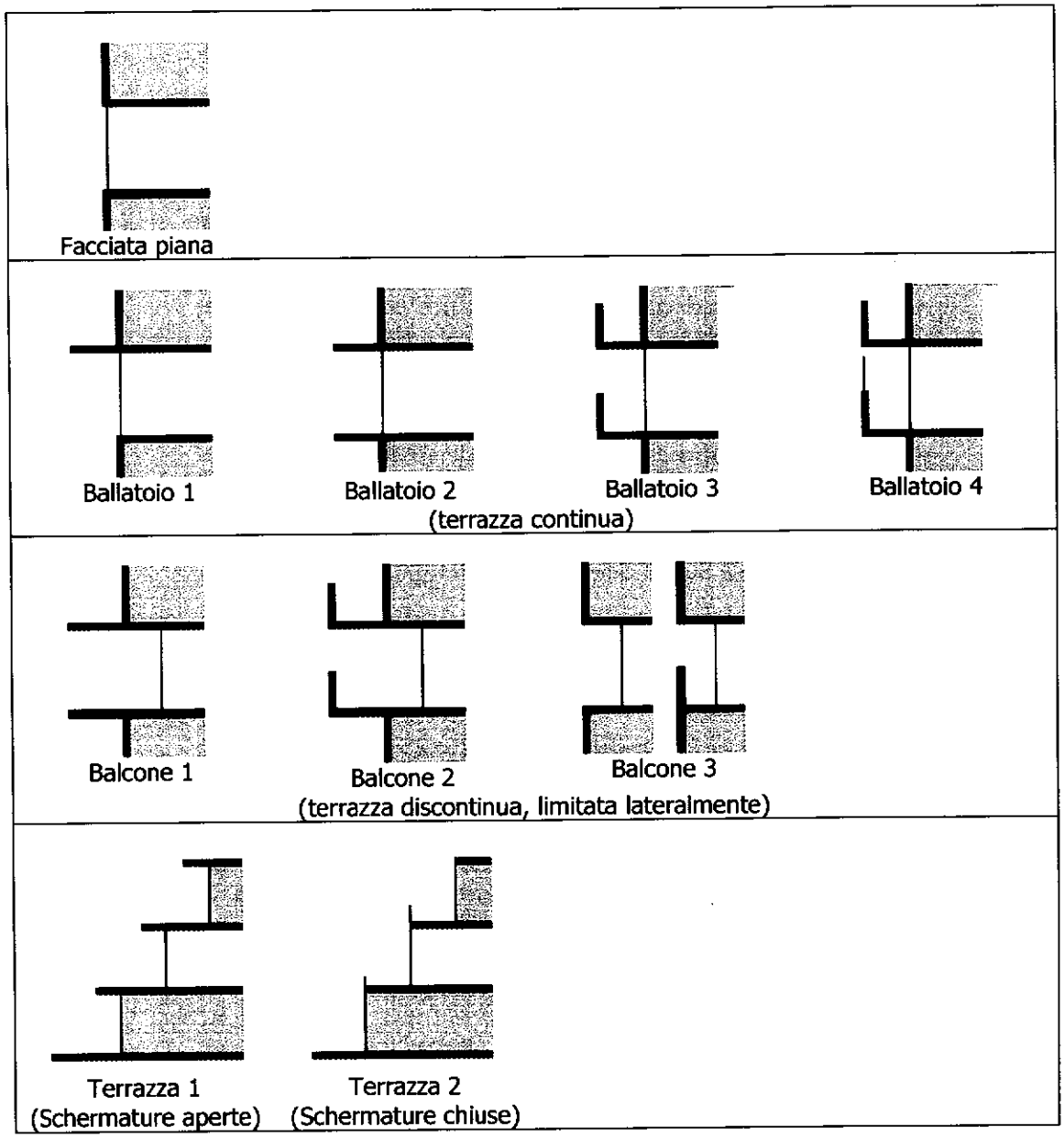
Appendice A

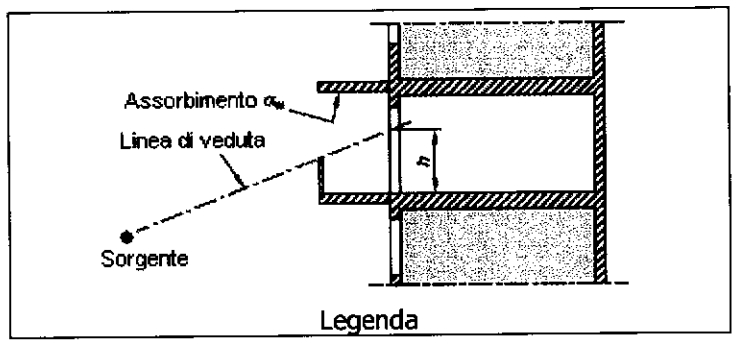
Simboli

R	Potere fonoisolante di un elemento [dB]
R'	Potere fonoisolante apparente [dB]
ΔR_i	Incremento del potere fonoisolante mediante strati addizionali per l'elemento i [dB]
R_w	Indice di valutazione del potere fonoisolante (EN ISO 717-1) [dB]
ΔR_w	Indice di valutazione dell'incremento del potere fonoisolante (EN ISO 717-1) [dB]
R'_w	Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente (EN ISO 717-1) [dB]
C	Termine di adattamento allo spettro 1 (EN ISO 717-1) [dB]
C_{tr}	Termine di adattamento allo spettro 2 (EN ISO 717-1) [dB]
T_{60}	Tempo di riverberazione in cui l'energia sonora decresce di 60 dB dopo lo spegnimento della sorgente sonora [s]
L_n	Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato [dB]
$L_{n,w}$	Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato [dB]
$L'_{n,w}$	Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato, in opera (EN ISO 717-2) [dB]
$L'_{nT,w}$	Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, in opera [dB]
ΔL_n	Attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato di un rivestimento di pavimentazione [dB]
$\Delta L_{n,w}$	Indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato dovuto ad un rivestimento di pavimentazione (EN ISO 717-2) [dB]
C_I	Termine di adattamento allo spettro per il rumore da calpestio (EN ISO 717-2) [dB]
$D_{nT,w}$	Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione [dB]
$D_{2m,nT,w}$	Indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione (EN ISO 717-1) [dB]
$D_{n,e}$	Isolamento acustico normalizzato di piccoli elementi di edificio [dB]
$D_{n,e,w}$	Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di piccoli elementi di edificio [dB]
K	Termine di correzione per la trasmissione laterale [dB]

Appendice B

Tipi di forma della facciata





Appendice C

Parete PA.LA.475 (Pareti in laterizio)

Descrizione	**Parete doppia: blocchi in laterizio (8x25x25 cm); strato isolante in lana di vetro; blocchi in laterizio semipieni (12x25x25 cm);In tonaco su ambo i lati.**
Composizione	**Intonaco in malta cementizia (sp.1.5 cm); muratura in laterizio con blocchi 8x25x25 cm, sp.8 cm; strato di materiale isolante, sp.60 mm, realizzato mediante l'accoppiamento di pannelli autoportanti in lana di vetro, non idrofili, trattati con speciale legante a base di resine termoindurenti, rivestiti con due veli di vetro denominati "ISOVER XL"; muratura in laterizio con blocchi semipieni 12x25x25 cm, sp.12 cm; intonaco in malta cementizia (sp.1.5 cm). La parete poggia, per la sua intera lunghezza e larghezza (compreso l'intonaco), su strato di materiale antivibrante in fibra di vetro.**
Origine Dati	**Rw calcolato con la formula Rw = 20 log m'con Massa Superficiale = 280.0 kg/m².**
Spessore	**30.0 cm** Massa Superficiale **265.0 kg/m²**

Indice del potere fonoisolante R_w **48.5 dB**

Parete PA.LA.155 (Pareti in laterizio)

Descrizione	**Parete in mattoni forati da 8 cm (8x25x25), intonacata su ambo i lati, con traccia per impianto elettrico (lunga 3 metri e profonda 5 cm).**
Composizione	**Parete in mattoni forati da 8 cm (8x25x25), foratura 60% a fori orizzontali, intonacata con 1.5 cm di malta M3 su ambo i lati, con traccia per impianto elettrico (lunga 3 metri e profonda 5 cm).**
Origine Dati	**Laboratorio dell'Università di Parma.**
Spessore	**11.0 cm** Massa Superficiale **136.0 kg/m²**

Indice del potere fonoisolante R_w **42.0 dB**

Solaio SO.LC.008 (Solai in laterocemento)

Descrizione	**Solaio in laterocemento (20+4).**
Composizione	**Solaio con travetti a traliccio (interasse = 50 cm) e pignatte tipo A da 20 cm con 4 cm di soletta in calcestruzzo e 1.5 cm di intonaco all'intradosso.**
Origine Dati	**Ln,w calcolato con la formula Ln,w = 164.0 - 35.0 * log m' (dB) [UNI EN 12354-2:2002 (B.5)] con Massa Superficiale = 340.0 kg/m².**
Spessore	**25.5 cm** Massa Superficiale **340.0 kg/m²**

Indice del potere fonoisolante R_w **50.0 dB**

Indice del livello di pressione sonora di calpestio $L_{n,w}$ **75.4 dB**

Serramento SR.010 (Serramenti)

Descrizione	**Serramento con R>= 40 dB.**
Composizione	**Serramento con vetrocamera avente potere fonoisolante misurato sperimentalmente uguale o maggiore di 40 dB e con guarnizione centrale e guarnizione esterna in corrispondenza della battuta dei telai (caso A) o con guarnizione centrale e guarnizione interna (caso B).**
Origine Dati	**UNI/TR 11175:2005.**
Note	**Classe di permeabilità all'aria UNI EN 12207 >2.**
Spessore	**0.0 cm** Massa Superficiale **0.0 kg/m²**

Indice del potere fonoisolante R_w **40.0 dB**

Serramento SR.008 (Serramenti)

Descrizione	**Serramento 8-15/16-4 (R>= 38 dB).**
Composizione	**Serramento con vetrata di almeno 8 mm + 4 mm e camera di almeno 15-16 mm riempita con aria o argon. Oppure serramento con vetrocamera avente potere fonoisolante misurato sperimentalmente uguale o maggiore di 38 dB e con guarnizione esterna in corrispondenza della battuta dei telai, guarnizione centrale e guarnizione interna.**
Origine Dati	**UNI/TR 11175:2005.**
Note	**Classe di permeabilità all'aria UNI EN 12207 >2.**
Spessore	**0.0 cm** Massa Superficiale **0.0 kg/m²**

Indice del potere fonoisolante R_w **38.0 dB**

Pavimento PV.005

Descrizione	**Materassino elastico in polietilene espanso a cellule chiuse reticolato chimicamente (sp.10 mm); strato di alleggerimento a base di argilla espansa (sp.6 cm).**
Composizione	**Massetto a base di argilla espansa (sp.7 cm, massa volumica 1120 kg/m³); materassino elastico in polietilene espanso a cellule chiuse reticolato chimicamente (sp.10 mm, massa volumica 30 kg/m³), rivestito superiormente con film plastico alluminato avente goffratura positiva; strato di alleggerimento a base di argilla espansa (sp.6 cm, massa volumica 510 kg/m³). Struttura di base in calcestruzzo (sp.14 cm).**
Origine Dati	**UNI/TR 11175:2005.**
Note	-
Spessore	**0.0 cm** Massa Superficiale **0.0 kg/m²**

Valore di DR_w **Fisso da certificato, indipendente dalla struttura di base**
Incremento Potere Fonoisolante DRw **10.0 dB**
Attenuazione pressione sonora di calpestio $DL_{n,w}$ **27.0 dB**

Calcolo dell'isolamento acustico di facciata

L'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione a 2 metri di distanza ($D_{2m,nT}$) caratterizza la capacità di una facciata di abbattere i rumori aerei provenienti dall'esterno.

Il pedice "2m" indica che l'isolamento acustico di facciata D_{2m} è la differenza tra il valore medio del livello di pressione sonora a 2 metri dal piano della facciata e il valore medio del livello di pressione sonora nell'ambiente ricevente; "nT" indica che il valore deve essere normalizzato sulla base del tempo di riverberazione dell'ambiente ricevente. Poiché $D_{2m,nT}$ varia al variare della frequenza, per ottenere un unico indice di valutazione ($D_{2m,nT,w}$), si utilizza una procedura normalizzata (vedi calcolo in frequenza).

Il DPCM 5-12-97 stabilisce i valori minimi di $D_{2m,nT,w}$, indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di facciata, riferiti a elementi di separazione tra un ambiente abitativo e l'esterno. La norma UNI EN 12354-3 definisce un modello di calcolo per valutare l'isolamento acustico di una facciata di un edificio basandosi sul potere fonoisolante dei diversi elementi che la costituiscono e considerando sia la trasmissione diretta, sia la trasmissione laterale del rumore.

Calcolo semplice

La formula (F.1), tratta dalla UNI EN 12354-3, consente di calcolare $D_{2m,nT,w}$:

$$D_{2m,nT,w} = R'_w + \Delta L_{fs} + 10\log\frac{V}{6T_0S}$$

(F.1)

dove:

- R'_w, indice di valutazione del potere fonoisolante apparente, è espresso dalla (F.2):

$$R'_w = -10\log\left[\sum\frac{S_i}{S}10^{\left(\frac{R_{w,i}}{10}\right)} + \sum\frac{A_0}{S}10^{\left(\frac{D_{n,e,wi}}{10}\right)}\right] - K$$

(F.2)

dove:

  - $R_{w,i}$ è l'indice di valutazione del potere fonoisolante del componente i-esimo, di superficie S_i, che costituisce la facciata;
  - S è la superficie totale della facciata considerata dall'interno dell'ambiente;
  - A_0 è l'area di assorbimento equivalente di riferimento, pari a 10 m^2 per le abitazioni;
  - $D_{n,e,wi}$ è l'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato

rispetto all'assorbimento equivalente del piccolo elemento i-esimo con area minore di 1 m^2 (bocchette di ventilazione, ingressi d'aria, cassonetti delle tapparelle, condotti elettrici). Se non si hanno a disposizione valori da certificato, si usa la relazione ricavata dall'appendice D della UNI EN 12354-3 e richiamata nella UNI/TR11175;

  - K è la correzione per il contributo globale della trasmissione laterale (pari a 0 dB per elementi di facciata non connessi, 2 dB per elementi di facciata pesanti con giunti rigidi);

- ΔL_{fs} è la differenza di livello di pressione sonora in facciata che dipende dalla forma della facciata, dall'assorbimento acustico delle superfici aggettanti (balconi) e dalla direzione del campo sonoro (UNI EN 12354-3, Appendice C);
- V è il volume dell'ambiente interno;
- T_0 è il tempo di riverberazione di riferimento pari a 0,5 secondi;
- S è la superficie totale di facciata considerata dall'interno dell'ambiente.

Suggerimenti

L'isolamento acustico di una facciata è condizionato dalla presenza di serramenti, cassonetti e dalla qualità di tenuta e dal peso dei telai.

Per ottenere un potere fonoisolante del sistema vetro+telaio+cassonetto, secondo quanto richiesto dal DPCM, si consiglia:

- vetro-camera ben sigillato sul telaio e con camera d'aria riempita di gas (per aumentare il potere fonoisolante);
- telaio con potere fonoisolante non inferiore a quello del vetro (possibilmente R_w pari a 40 dB);
- telaio ermetico lungo i giunti tra parti fisse e parti mobili e tra telaio e controtelaio;
- cassonetto con potere fonoisolante maggiore di 35 dB.

Calcolo dell'isolamento acustico per via aerea

Il Potere Fonoisolante *R* di un determinato componente edilizio viene misurato in laboratorio (norma ISO 140-3) utilizzando delle "camere di prova" (Fig. 1): due stanze divise da una parete costruita con il materiale che si vuole testare. In un ambiente si trova la sorgente del suono (ambiente emittente), nell'altro c'è un apparecchio preposto alla ricezione del suono (ambiente ricevente).

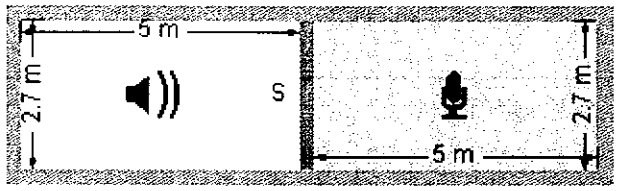


Fig. 1

Il Potere Fonoisolante Apparente *R'*, misurato in opera (ISO 140-4) differisce dal valore di laboratorio R per la specifica posa in opera del componente e per effetto della trasmissione laterale, fattori che portano ad una riduzione dei valori di fonoisolamento. Questo parametro è utile per fornire una descrizione delle reali prestazioni acustiche di un edificio.

Poiché *R'* varia al variare della frequenza, per ottenere un unico indice di valutazione (R'_w), si utilizza una procedura normalizzata (vedi calcolo in frequenza). Secondo il DPCM 5-12-97, i valori di R'_w, indice di valutazione del potere fonoisolante apparente, sono riferiti a elementi di separazione tra differenti unità immobiliari. Per il suo calcolo la norma UNI EN 12354-1 propone un metodo basato su alcune ipotesi semplificative che permettono di stimare il potere fonoisolante apparente di una partizione a partire dai valori del potere fonoisolante relativi ai soli percorsi di trasmissione strutturale. L'affidabilità del modello dipenderà dai dati di ingresso, dalla corrispondenza tra modello e situazione reale, dalla conoscenza del tipo di elementi e dei giunti coinvolti e dall'accuratezza della messa in opera.

La trasmissione complessiva di potenza sonora tra due ambienti è risultato della somma di diversi percorsi di trasmissione (Fig. 2): percorso diretto Dd e percorsi indiretti Df, Fd, Ff. Considerando 4 giunti, si ha un totale di 13 percorsi di trasmissione indipendenti.

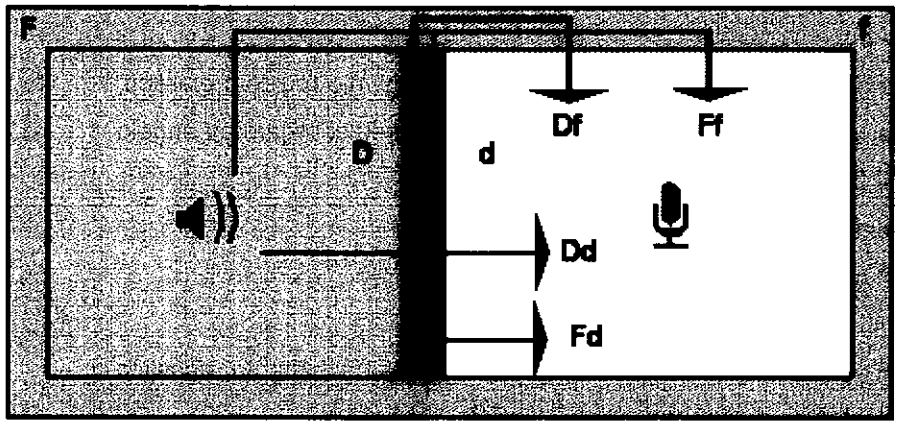


Fig. 2 Pianta

Calcolo semplice

La formula (A.1), tratta dalla UNI EN 12354-1, consente di calcolare R'_w a partire dai valori del potere fonoisolante relativo alla partizione, R_{Dd}, e del potere fonoisolante relativo ai diversi percorsi di trasmissione strutturale, R_{ij}:

$$R'_w = -10\log\left(10^{-\frac{R_{Dd,w}}{10}} + \sum 10^{-\frac{R_{ij,w}}{10}}\right)(\text{dB})$$

(A.1)

(Il pedice w d'ora in poi sarà sottointeso).

Il potere fonoisolante, R_{ij}, incremento del potere fonoisolante dovuto all'apposizione di strati di rivestimento lungo il percorso i-j, è espresso dalla (A.2):

$$R_{ij} = \frac{R_i + R_j}{2} + \Delta R_{ij} + K_{ij} + 10\lg\frac{S}{l_f}(\text{dB})$$

(A.2)

dove:

- R_i /R_j è il potere fonoisolante delle due strutture interessate. Nel caso di strutture rivestite con strati addizionali, gli indici R_i e R_j sono quelli delle strutture di base, privi di strati addizionali quali contropareti, controsoffitti o pavimenti galleggianti. Nel caso di strutture laterali costituite da pareti doppie con intercapedine o da pareti con rivestimento leggero, gli indici R_i e R_j sono quelli del solo strato interno;
- ΔR_{ij} è dovuto all'apposizione di strati addizionali di rivestimento alle strutture i e j lungo il percorso i-j:
    - se lungo il percorso si trova un solo strato: $\Delta R_{ij} = \Delta R_i$ oppure ΔR_j;
    - se lungo il percorso si trovano due strati addizionali, si somma il valore maggiore con la metà del minore;
- gli strati di rivestimento da considerarsi nel calcolo di ΔR_{ij} sono solo quelli che effettivamente vengono attraversati dal percorso del rumore preso in esame. Quindi ad esempio, nel caso si stiano considerando dei solai soprastanti una parete divisoria, i pavimenti galleggianti del piano superiore non andranno considerati in quanto non influenti. ΔR_i e ΔR_j, sono ricavati da prove di laboratorio oppure in funzione della frequenza di risonanza del sistema "struttura di base-rivestimento" (UNI EN 12354-1, Appendice D);
- K_{ij} è l'indice di riduzione delle vibrazioni: dipende dal tipo di giunto (rigido o elastico, a croce o a T) e dal valore della massa superficiale delle pareti collegate ad angolo retto fra di loro (UNI EN 12354-1, Appendice E);
- S è la superficie della partizione;
- l_f è la lunghezza del giunto tra le due strutture.

Dal valore di R'_w si ottiene l'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione (UNI/TR 11175 [18]):

$$D_{nT,w} = R'_w + 10\log\frac{V}{3S_s}$$

(A.3)

dove:

- V è il volume del locale ricevente (m^3);
- S_s è l'area dell'elemento di separazione (m^2).

Suggerimenti per migliorare il potere fonoisolante

Parete intonacata: lo strato di intonaco contribuisce ad incrementare R_w della parete (sigilla le porosità e le fessure e aumenta la massa aerica della struttura).

Doppia tramezza: costruire le due tramezze con differente spessore o, in alternativa, massa diversa (per non far coincidere le rispettive frequenze di risonanza e frequenze di coincidenza).

Parete doppia: inserire uno strato di materiale fonoassorbente nell'intercapedine (per minimizzare l'effetto risonanza dell'intercapedine).

Parete con controparete: non incollare la controparete, ma utilizzare giunti di ancoraggio (favorisce una maggiore elasticità del sistema).

Per ridurre la trasmissione delle vibrazioni laterali, desolidarizzare le pareti dal pavimento e dalle pareti laterali (striscia di materiale antivibrante).

Cassonetti degli avvolgibili: rivestire la parte interna con materiale fonoisolante (per aumentare la protezione al rumore proveniente dall'esterno).

Serramenti: utilizzare due lastre di vetro con spessori differenti (per non far coincidere le due frequenze critiche).

Suggerimenti sulla valutazione della trasmissione laterale

Se una costruzione laterale è composta da più tipi di elementi, ognuno collegato direttamente alla parete di separazione (vedi Fig. 3), ognuno di questi deve essere considerato come un elemento laterale indipendente.

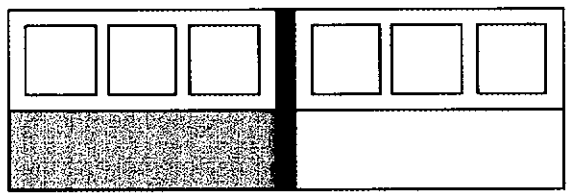


Fig. 3 Vista laterale

Se l'elemento di fiancheggiamento è composto da diverse parti, si deve considerare il potere fonoisolante della parte più grande fra quelle direttamente connesse alla parete di separazione (struttura 1 della Fig. 4).

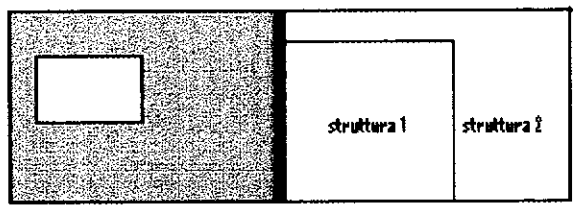


Fig. 4 Vista laterale

Se sono presenti delle aperture a tutta altezza, la porzione di parete al di là di queste può essere tralasciata (Fig. 5).

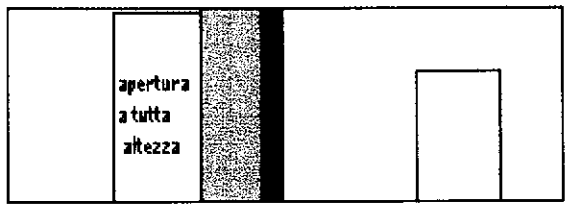


Fig. 5 Vista laterale

Nel caso di strutture laterali rivestite con strati addizionali, il potere fonoisolante *R* e l'indice di riduzione delle vibrazioni del giunto K_{ij} da considerare sono quelli delle strutture di base, privi di strati addizionali quali contropareti, controsoffitti o pavimenti galleggianti, poiché questi vengono considerati attraverso il ΔR (Fig. 6).

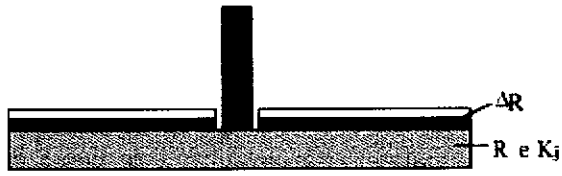


Fig. 6

Nel caso di strutture laterali costituite da pareti con rivestimento leggero, i valori di *R* sono quelli della struttura di base. L'effetto del rivestimento può essere trascurato o, altrimenti, preso in considerazione mediante l'indice di riduzione delle vibrazioni che può essere riferito, quindi, alla sola struttura base o all'insieme (Fig. 7).

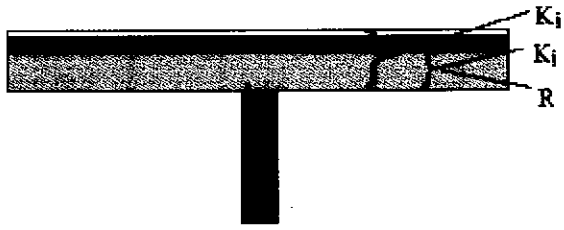


Fig. 7

Nel caso di strutture laterali costituite da pareti doppie con intercapedine (Fig. 8) si considera il potere fonoisolante del solo strato interno, mentre l'insieme della struttura è preso in considerazione mediante l'indice di riduzione delle vibrazioni K_{ij}.

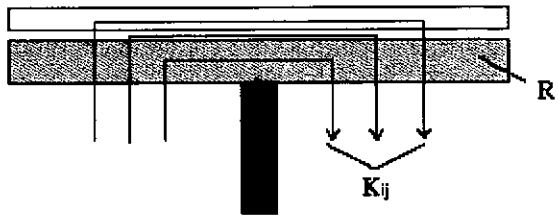


Fig. 8

Calcolo dell'isolamento acustico al calpestio tra ambienti sovrapposti

Per determinare le proprietà fonoisolanti di un solaio si pone una macchina normalizzata da calpestio su di esso: al piano sottostante, attraverso una rete di microfoni, si misura il livello di pressione sonora *L*, ovvero il rumore percepito (Fig.1).

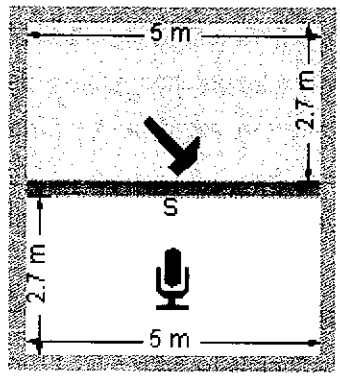


Fig.1

Il livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'area equivalente di assorbimento acustica, L'_n, caratterizza la capacità di un solaio realizzato in opera di abbattere i rumori impattivi (ISO 140-7): più è basso, maggiore è la capacità del solaio di smorzare il rumore nel piano sottostante. Poiché L'_n varia al variare della frequenza, per ottenere un unico indice di valutazione ($L'_{n,w}$) si utilizza una procedura normalizzata (vedi calcolo in frequenza). Secondo il DPCM 5-12-97, i valori di $L'_{n,w}$, indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato, sono riferiti a elementi di separazione tra differenti ambienti abitativi. Per il suo calcolo la norma UNI EN 12354-2 propone un metodo basato su alcune ipotesi: suppone che i percorsi di trasmissione possano essere considerati indipendenti e che i campi sonori e vibratori si comportino in modo statistico, cosicché il livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico, L'_n, può essere ottenuto sommando l'energia trasmessa per mezzo di ciascun percorso.

Calcolo semplice

Secondo la UNI EN 12354-2, $L'_{n,w}$ è espresso dalla (C.1):

$$L'_{n,w} = L_{n,w} - \Delta L_w + K \qquad \text{(C.1)}$$

dove:

- $L_{n,w}$ è l'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato relativo al solaio nudo. Tale valore è misurato in laboratorio o, nel caso di solai di tipo omogeneo di massa aerica compresa tra 100 e 600 kg/m^2, utilizzando la formula (C.2):

$$L_{n,w} = 164 - 35 \log \frac{m'}{m'_0} \qquad \text{(C.2)}$$

dove:

- m' è la massa superficiale del solaio nudo;
- m'_0 è la massa di riferimento pari a 1 Kg/m^2.

- ΔL_w è il miglioramento del livello di calpestio dato dal pavimento galleggiante o dal rivestimento resiliente. Questo dato è fornito sulla base di prove di laboratorio o in funzione della frequenza di risonanza del sistema "massetto + strato resiliente" (UNI/TR 11175, par. 4.3.2.3);
- K è il fattore di correzione che tiene conto della trasmissione laterale, ottenibile in funzione della massa superficiale degli elementi laterali omogenei e della massa del solaio, trascurando le masse di eventuali strati di rivestimento. (Vedi Prospetto 1 della UNI EN 12354-2).

I solai considerati "omogenei" secondo la UNI/TR 11175 e la UNI EN 12354-2 sono:

- Solai in calcestruzzo pieno gettati in opera;
- Solai in calcestruzzo cellulare pieno, autoclavato;
- Solai di pignatte in laterizio e travetti in calcestruzzo;
- Solai realizzati con "travetti e alveoli";
- Solai realizzati con lastroni prefabbricati di calcestruzzo;
- Solai realizzati con travetti prefabbricati di calcestruzzo.

Dal valore di $L'_{n,w}$ si ottiene l'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto al tempo di riverberazione (UNI/TR 11175 [25]):

$$L'_{nT,w} = L'_{n,w} - 10\log\frac{V}{30} \qquad \text{(C.3)}$$

dove:

- V è il volume del locale ricevente (m^3).

Suggerimenti

Il sistema per ridurre il rumore generato dal calpestio consiste nel realizzare pavimenti galleggianti in tutti gli ambienti abitativi, nel pianerottolo delle scale e anche sui gradini.

Il sistema materiale resiliente-massetto-pavimento deve essere costituito opportunamente, infatti la frequenza di risonanza dipende dalle caratteristiche di tutte le parti del sistema, per cui i benefici di un materiale morbido potrebbero essere neutralizzati da un massetto troppo pesante. A questo scopo, come materiali resilienti, si utilizzano gomme, polietilene, polistirene espanso.

Per contenere l'effetto dei ponti acustici costituiti dall'intersezione del solaio alle pareti laterali, è necessario stendere uno strato di materiale resiliente sul solaio nudo e ripiegare tale materiale sui fianchi, fino all'altezza del pavimento, anche in corrispondenza delle soglie di ingresso dei balconi o delle porte.

Per le stesse ragioni, si consiglia di desolidarizzare le scale dalle pareti adiacenti.

Nella realizzazione di sistemi di riscaldamento a pavimento anche le tubazioni e i collettori devono essere opportunamente desolidarizzati.